

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Hydraulické nůžky

Hydraulic shears

Student:

Bc. Radim Dittrich

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.

Ostrava 2014

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Radim Dittrich**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství
Specializace: 70 Zemní, těžební a stavební stroje
Téma: **Hydraulické nůžky**
Hydraulic Shears

Zásady pro vypracování:

V rámci práce vypracujte stručnou řešerši dané problematiky. Navrhněte hydraulické nůžky určené ke stříhání (deformaci) důlní obloukové výztuže. Nůžky musí být mobilní a pokud možno pro ruční použití. Dále by měly být určeny – schopny pracovat v prostorech s nebezpečím výbuchu metanogenní směsi. Pracovní tlak uvažujte na úrovni max. 32 MPa. V rámci práce zpracujte variantní řešení a vyberte to nejvhodnější. Tento návrh podložte potřebnými funkčními, pevnostními a případně také kinematickými výpočty. K návrhu zpracujte výkresovou dokumentaci v požadovaném rozsahu. Bližší specifikace provozních podmínek a dalších relevantních parametrů určí zadavatel – Hornonitrianské bane Nováky a.s.

Seznam doporučené odborné literatury:

ZAJAC, O. at al. *Hlbinné dobývacie stroje a dopravné zariadenia*. Vydavatel. ALFA, Bratislava. 1991. 428 s. ISBN-80-05-00713-2
JEŘÁBEK, K. *Metodika navrhování strojů*. 1. vydání, Praha: Ediční středisko ČVUT v Praze, 1999. 119 s.
LEINVERT, J. - ŘASA, J. - VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Praha: Scientia, Praha, 1999. ISBN 80-7183-164-6
ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě:

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- было с́една́но, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- было с́една́но, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :

.....
podpis

Bc. Radim Dittrich
Ratibořská 1239/192
Opava 747 05

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

DITTRICH, R. *Hydraulické nůžky : diplomová práce*. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2014, 111s. Vedoucí práce Fries. J.

Diplomová práce se zabývá návrhem mobilních hydraulických nůžek schopných přestřihnout důlní obloukovou výztuž, a to přímo v důlních podmínkách. Cílem je zkrácení času, který potřebuje stávající technologie. V úvodu je zpracována rešerše zabývající se převážně výztuží, zdroji tlaku a konkurenčními nůžkami na českém trhu. Na základě získaných informací a experimentu je zjištěna potřebná střižná síla a určen způsob stříhu. Pro tyto parametry je navrženo vhodné konstrukční řešení se všemi komponenty. Ty jsou následně zkontrolovány pomocí pevnostní analýzy v MKP. V závěru je popsán montážní a pracovní postup a provedeno ekonomické shrnutí s návrhem možných konstrukčních úprav. V příloze je výkresová dokumentace.

ANOTATION OF MASTER THESIS

DITTRICH, R. *Hydraulic scissors : Master Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical engineering, Department of Production Machines and Design, 2014, 111p. Thesis supervisor Fries. J.

The diploma thesis deals with the design of mobile hydraulic scissors able to cut arched mining reinforcement right in the mining conditions. The aim of such a device is to shorten the time period currently needed when using the so far available technology. The introduction of the thesis presents a background research concerning mainly reinforcements and girders, pressure sources and by competition provided hydraulic scissors available on the Czech market. Based on the acquired information and the carried out experiment, a required shear force and shearing technique are designed. These are then calibrated with the means of a stress analysis in FEM. The conclusion describes the process of assembling and operating such a device and there also is an economical summary with a proposal of possible construction adjustments included. The annexes of the thesis include the entire documentation.

OBSAH DIPLOMOVÉ PRÁCE

1	Úvod.....	14
2	Důlní prostředí a jeho vybavení.....	15
2.1	Důlní výztuž.....	15
2.1.1	Ocelová výztuž.....	16
2.1.2	Výztuž porubů.....	21
2.2	Malá mechanizace sloužící k práci s ocelovou výztuží.....	21
2.3	Stříhačky výztuže.....	23
2.4	Zdroje tlaku na dole.....	23
3	Hydraulické nůžky pro ruční použití vyskytující se na českém trhu.....	25
4	Potenciální odběratelé hydraulických nůžek v regionu.....	27
4.1	Hornonitrianské bane Prievidza a.s.....	27
4.2	OKD a.s.....	27
5	Používaná oblouková výztuž na dole a její vytěžování.....	29
6	Defekty důlní obloukové výztuže.....	30
7	Stříhání.....	33
7.1	Proces stříhání.....	33
7.2	Zjištění potřebné střížné síly.....	34
7.2.1	Výpočet střížné síly pomocí τ_s	34
7.2.2	Střížné síly získané od výrobce Mittal Steel Ostrava.....	35
7.2.3	Střížná síla u strojů používaných pro krácení důlní obloukové výztuže na dole - in situ.....	35
7.2.4	Experimentální stříh.....	36
7.3	Výsledná střížná síla a postup při stříhání výztuže.....	41
8	Navržení konstrukčních řešení kinematiky nůžek.....	42
8.1	Komparace vybraných konstrukčních variant.....	45
8.1.1	Varianta 1.....	45
8.1.2	Varianta 2.....	46
8.1.3	Varianta 3.....	47
9	Rozklad sil.....	49
9.1	Rozklad pro první verzi.....	50
9.2	Rozklad sil pro druhou verzi.....	52
10	Návrh mechanismu přepákování.....	55
11	Návrh čelistí.....	58

11.1	Návrh tvaru ostří	60
11.2	Návrh těla čelisti	60
11.3	Materiál čelistí.....	61
12	Návrh táhel.....	63
12.1	Materiál táhel	63
13	Návrh hydraulického obvodu.....	64
14	Návrh přímočarého hydraulického motoru.....	66
14.1	Stanovení potřebné síly	66
14.2	Výpočet průměru pístu.....	66
14.3	Skutečná síla na pístu	66
14.4	Materiál válce.....	67
14.5	Výpočet tloušťky stěny válce.....	67
14.6	Návrh průměru pístnice.....	69
14.6.1	Kontrola pístnice na vzpěrnou pevnost.....	72
14.7	Návrh vedení pístnice.....	73
14.8	Konstrukce přímočarého hydraulického motoru.....	73
14.9	Rychlost vysunutí pístu	75
15	Návrh podpěr středového čepu - Bočnic.....	76
15.1	Materiál bočnic.....	76
15.2	Návrh spojovacích šroubů.....	77
15.2.1	Kontrola pevnosti šroubu.....	78
15.2.2	Kontrola otlacení matice	79
15.2.3	Potřebný utahovací moment	79
16	Návrh čepů.....	81
16.1	Materiál čepů.....	81
16.2	Středový čep.....	81
16.3	Čep na pístnici.....	84
16.4	Čep mezi táhlem a čepelí	87
17	Pevnostní analýza jednotlivých součástí hydraulických nůžek pomocí MKP	89
17.1	Pevnostní analýza čelistí	89
17.2	Pevnostní analýza táhel	91
17.3	Pevnostní analýza pístnice	94
17.4	Pevnostní analýza bočnic	97
18	Montážní a pracovní postup.....	100
18.1	Montáž nůžek	100

18.2	Pracovní postup	101
19	Ekonomické shrnutí a návrhy možných úprav	103
19.1	Návrhy možných úprav	104
20	Závěr	107
21	Literatura.....	108
22	Seznam příloh	110

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

ZNAČKA	NÁZEV	JEDNOTKA
A	bod otáčení čelistí	[-]
A ₅	nejvyšší tažnost	[%]
D ₁	velký průměr matice	[mm]
D _m	malý průměr matice	[mm]
DN	vnitřní průměr hadice	[mm]
D _{sm}	minimální tloušťka stěny matice	[mm]
E	modul pružnosti v tahu	[MPa]
F ₁ = F _t	síla v táhlech	[N]
F ₂ = F _{1'}	tečná střížná síla kolmá na čelist	[N]
F _{2y}	síla na čelisti v ose x	[N]
F _e	střížná síla zjištěná experimentem	[kN]
F _{kr}	kritická síla vycházející z Eulerova vztahu	[N]
F _o	osová síla ve šroubu	[N]
F _R	reakce od stříhaného materiálu na čelistech	[kN]
F _{R&l}	Výsledná síla působící na středový čep	[N]
F _{RS}	maximální reakce střížné síly působící na středový čep	[N]
F _S = F _{2x}	střížná síla kolmá na stříhanou plochu	[N]
F _{SN}	nutná střížná síla v těžišti plochy TH 29	[kN]
F _{SV}	výpočtová střížná síla	[kN]
F _{TV}	potřebná minimální síla na pístu	[N]
F _{tx}	síla v táhle v ose x	[N]
F _{ty}	síla v táhle v ose y	[N]
F _v = F _V	pracovní síla od pístu	[N]
F _{VPV}	reálná síla na pístu při tlaku nastaveném na pojist. ventilu	[N]
F _{VV}	výpočtová síla na pístu	[N]
F _z	síla namáhající šroub na krut	[N]
H	nosná hloubka závitu	[mm]
HRC	tvrdost podle Rockwella	[-]
J _{min}	moment setrvačnosti	[mm ⁴]
L	délka vedení pístnice	[mm]
L1	rozteč mezi čepy na táhlu	[mm]
L2	rozteč mezi čepy na čelisti	[mm]

ZNAČKA	NÁZEV	JEDNOTKA
L3	kolmá vzdálenost mezi středem otáčení a ramenem L1	[mm]
L4	vzdálenost hrotu čelisti k ose středového čepu	[mm]
L5	vzdálenost hrotu čelisti od středové osy nůžek	[mm]
M _k	krouticí moment	[N.mm]
M _{tm}	třecí moment pod maticí	[N.m]
M _{tz}	třecí moment na závitu	[N.m]
M _u	utahovací moment	[N.m]
P _h	stoupání závitu	[mm]
PHM	přímočarý hydraulický motor	[-]
R _a	průměrná aritmetická úchylka profilu opracování povrchu	[-]
R _e	mez kluzu	[MPa]
R _m	mez pevnosti	[MPa]
R _T	vnější poloměr trubky	[mm]
S	průřezová plocha důlní obloukové výztuže	[mm ²]
S1	plocha pod pístem	[mm ²]
S2	plocha mezikruží nad pístem	[mm ²]
S _{č1}	plocha průřezu středového čepu	[mm ²]
S _{č1o}	plocha středového čepu na otlačení	[mm ²]
S _{č2}	plocha průřezu čepu na pístnici	[mm ²]
S _{č2o}	plocha čepu na pístnici na otlačení	[mm ²]
S _{č3}	plocha průřezu čepu mezi táhlem a čepelí	[mm ²]
S _{č3o}	plocha na otlačení čepu mezi táhlem a čepelí	[mm ²]
S _{pp}	plocha průřezu pístnice	[mm ²]
S _š	minimální plocha průřezu šroubu	[mm ²]
S _{š-m}	nosná plocha závitu (mekzikruží šroubu a matice)	[mm ²]
S _v	plocha průřezu pístu	[mm ²]
V	objem válce	[l]
W _k	modul průřezu v krutu	[mm ³]
b	rozteč mezi čepy na čelisti	[mm]
b _b	tloušťka bočnice	[mm]
b _č	tloušťka čepele	[mm]
b _p	tloušťka pouzdra pro čep na pístnici	[mm]
b _t	tloušťka oka táhla	[mm]
d ₂	střední průměr závitu šroubu	[mm]

ZNAČKA	NÁZEV	JEDNOTKA
d_3	malý průměr závitu šroubu	[mm]
$d_{\check{c}1}$	průměr středového čepu	[mm]
$d_{\check{c}2}$	průměr čepu na pístnici	[mm]
$d_{\check{c}3}$	průměr čepu mezi táhlem a čepelí	[mm]
d_{H14}	velký průměr závitu šroubu	[mm]
d_p	průměr pístnice	[mm]
d_v	průměr pístu	[mm]
d_{v1}	výpočtový průměr pístu pro pracovní tlak	[mm]
d_{v2}	výpočtový průměr pístu pro tlak nastavený na pojist. ventilu	[mm]
f_m	součinitel smykového tření pod maticí	[-]
f_z	součinitel smykového tření na závitu	[-]
h_z	výška závitu matice	[mm]
i	poloměr setrvačnosti	[mm]
$i_{\check{s}}$	počet šroubů na přírubě	[-]
k	koeficient pevnosti materiálu ve střihu	[-]
k_p	koeficient bezpečnosti pístnice	[-]
k_s	koeficient zohledňující nejistoty v experimentu	[-]
$k_{\check{s}}$	koeficient bezpečnosti šroubu	[-]
k_v	koeficient bezpečnosti tloušťky stěny PHM	[-]
k_{vp}	součinitel bezpečnosti pístnice pro výpočet	[-]
l	délka vysunutí pístnice	[mm]
$l_{\check{c}1min}$	minimální délka středového čepu	[mm]
$l_{\check{c}2min}$	minimální délka čepu na pístnici	[mm]
$l_{\check{c}3min}$	minimální délka čepu mezi táhlem a čepelí	[mm]
l_{red}	redukovaná délka pístnice	[mm]
p	jmenovitý tlak	[MPa]
p_1	napětí na otlačení středového čepu	[MPa]
p_2	napětí na otlačení čepu na pístnici	[MPa]
p_3	napětí na otlačení čepu mezi táhlem a čepelí	[MPa]
$p_{dov\check{c}}$	dovolené napětí na otlačení čepů	[MPa]
p_{dovm}	dovolený tlak na otlačení matice	[MPa]
$p_{jmen.}$	jmenovitý tlak hydraulické kapaliny	[MPa]
p_m	tlak na matici	[MPa]
p_{pv}	tlak nastavený na pojistném ventilu	[MPa]

ZNAČKA	NÁZEV	JEDNOTKA
r	rameno mezi středovým čepem a místem stříhu na čelisti	[mm]
r_T	vnitřní poloměr trubky	[mm]
s_m	tloušťka matice	[mm]
t	tloušťka stěny válce	[mm]
t_1	výpočtová tloušťka stěny válce	[mm]
t_d	tloušťka dna válce	[mm]
x	výška trojúhelníku vytvořeného mezi čepy	[mm]
z	počet závitů matice	[-]
α	úhel čelistí	[°]
α_1	úhel svírající rameno b s osou y	[°]
α_2	úhel svírající rameno r s osou x	[°]
α_2	úhel mezi spodní hranou čelistí a středovou osou	[°]
α_3	úhel mezi výškou trojúhelníku a ramenem L2	[°]
α_z	úhel profilu metrického závitu	[°]
β	úhel, který svítají síly F_v a F_1	[°]
β_2	úhel mezi výškou x a ramenem L1	[°]
β_k	koeficient zahrnující neznámou složku krutu	[-]
ε	úhle mezi ramenem L2 a protaženým ramenem L1	[°]
λ	štíhlost	[-]
λ_m	mezní štíhlost	[-]
μ	Poissonův součinitel	[-]
σ_d	dovolené napětí materiálu trubky v tahu	[MPa]
σ_{dovt}	dovolené napětí v tahu pro šroub	[MPa]
Σ_{MiA}	suma všech momentů k bodu A	[N]
σ_t	napětí v tahu	[MPa]
σ_u	mez úměrnosti	[MPa]
σ_{Vred1}	redukované napětí na vnitřním povrchu trubky podle Guesta	[MPa]
σ_{Vred2}	redukované napětí na vnějším povrchu trubky podle Guesta	[MPa]
$\sigma_{Vredmax}$	redukované napětí ve stěně podle Guesta	[MPa]
σ_{VrT}	napětí na vnitřním povrchu trubky	[MPa]
σ_{VRT}	napětí na vnějším povrchu trubky	[MPa]
σ_{Vt1}	napětí na vnitřním povrchu trubky při tloušťce stěny t	[MPa]
σ_{Vt2}	napětí na vnějším povrchu trubky při tloušťce stěny t	[MPa]
τ_s	napětí ve stříhu	[MPa]

ZNAČKA	NÁZEV	JEDNOTKA
τ_{sdov}	dovolené napětí ve smyku	[MPa]
Υ	polovina úhlu rozevření čelistí	[°]
φ'	třecí úhel na závitu	[°]
ψ	úhel stoupání na závitu	[°]

1 ÚVOD

Cílem této diplomové práce je navrhnout mobilní hydraulické nůžky, jež budou schopny přestříhnout důlní obloukovou výztuž v co možná nejkratším čase. Stávající technologie řezání výztuže pomocí přímočaré hydraulické či pneumatické pily je sice vyhovující, ale pomalá. Pokusíme se tedy snížit stávající čas nutný pro vykonání tohoto úkonu minimálně na jednu pětinu. V první řadě je nutné získat informace o důlním prostředí, zdrojích tlaku a provést průzkum konkurence na českém trhu. Jedním ze základních úkolů bude zjistit, jaké defekty výztuže se na dole objevují, a získat co možná nejreálnější představu o střížné síle potřebné k přestřižení jednotlivých hmotnostních profilů výztuže. K tomuto účelu mimo dohledaných informací provedeme experimentální stříhy ve společnosti MISTRA s.r.o. Na základě získaných poznatků určíme nejvhodnější konstrukční řešení nůžek a jeho vhodnost podložíme výpočty. Pro vybranou variantu poté navrhne jednotlivé součásti jako čepele, táhla, čepy, bočnice, šroubová spojení a také připravíme materiály, na jejichž základě by bylo možné u specializované firmy nechat vyrobit přímočarý hydraulický motor, který bude zároveň tvořit tělo nůžek. Navržené součásti následně namodelujeme v programu Autodesk Inventor 2011. Ve stejném programu zároveň provedeme pevnostní analýzu těchto dílů. V rámci jedné kapitoly popíšeme montáž a vhodný pracovní postup pro bezpečnou manipulaci s navrženými nůžkami. Závěr věnujeme malému ekonomickému zhodnocení, na jehož základě a ze získaných znalostí o dané problematice se pokusíme navrhnout možné inovace pro námi navržené zařízení, které by mohlo být v budoucnu použito.

2 DŮLNÍ PROSTŘEDÍ A JEHO VYBAVENÍ

Hlubinný důl je specifické pracovní prostředí, v němž platí velmi přísné normy. Na ustanovení a dodržování norem dohlíží na území České republiky Český báňský úřad a na území Slovenské republiky Hlavný banský úrad. Hlubinou těžbou je dobýváno mnoho nerostů, avšak hlavní surovinou je stále uhlí, převážně pak uhlí černé, v menší míře uhlí hnědé. V hlubinných podmínkách dolů se vyskytuje mnoho negativních vlivů, jako například vysoké důlní tlaky, důlní otřesy, důlní prach, důlní voda, zvýšené teploty, nebezpečí výbuchu metanu u černouhelných dolů, nebezpečí požáru, tma a mnoho dalších. Práce v tomto prostředí je riziková a proto musíme nebezpečným situacím předcházet. Strojírenský průmysl dodávající zařízení pro důlní práce musí dodržovat větší množství norem, příkazů a doporučení než u běžné strojírenské praxe. Návrh i samotná konstrukce strojů jsou tomuto prostředí uzpůsobena. Většina zařízení musí projít atestem ze strany příslušného báňského úřadu. Stroje a veškeré vybavení na dole je zároveň konstruováno tak, aby odolávalo co nejdéle velmi specifickým a těžkým podmínkám, bylo co nejjednodušší a práce s ním byla bezpečná a co možná nejefektivnější.

2.1 Důlní výztuž

Výztuž dělíme podle [3]:

doby trvání

- stálá (trvale zajišťuje důlní dílo - výztuž ocelová, betonová a tvárnice)
- dočasná (výztuž porubů)
- prozatímní (zřizuje se tam, kde se prostor nedá ihned zajistit stálou nebo dočasnou výztuží - stavějí se proto provizorní stojky s přítěží apod.)

poddajnosti

- poddajná (zřizujeme ji hlavně v oblasti působení dynamických tlaků)
- nepoddajná (zřizujeme ji v oblasti působení statických tlaků)

použitého materiálu

- dřevěná (osamocené stojky, apod.)
- ocelová (válcované profily, svorníky, tyče, mechanické a hydraulické stojky mechanizované výztuže)
- zděná (cihly, panely, tvárnice apod.)

-
- betonová (litý beton, stříkaný beton apod.)
 - z lehkých slitin (hydraulické stojky menších rozměrů)
 - kombinovaná (kombinace: betonová - ocelová oblouková, betonová- svorníková, svorníková - ocelová oblouková, ocelová oblouková - dřevěná)

průřezu důlního díla

- otevřené tvary
- uzavřené tvary

2.1.1 Ocelová výztuž

V současné době je ocel nejvíce používaným materiálem pro důlní výztuž a rozsáhle se uplatňuje převážně při zakládání dlouhých důlních děl uhelných a rudných šachet, stejně jako při ražení štol a tunelů. Ocel používaná pro tuto výztuž má vysokou jakost a zaručené chemické složení. Vyráběna je ve třech základních typech. Spojky a ocelové oblouky (profil K) jsou vyráběny z oceli 11 500, jejímž ekvivalentem je materiál E 295. Šlechtěné důlní oblouky (profil TH) jsou vyráběny z oceli vyšší jakosti 12 130, respektive 31mn4, která je uváděna jako běžná, a následně ještě kvalitnější 12 149, respektive H500M, která je mikrolegovaná vanadem [8]. Jakost výsledného produktu je nepřetržitě kontrolována přímo ve výrobním závodě a následně ve zkušebních laboratořích. Na území severní Moravy a Slezska jsou to například zkušební laboratoř při Vědecko-výzkumném uhelném ústavu v Ostravě-Radvanicích nebo Technické laboratoře Opava. I samotný odběratel, jako například Hornonitranské bane Nováky a.s. nebo OKD a.s., bude provádět zkoušky nakoupené obloukové výztuže a díky tomu je slíbená kvalita ocelové výztuže zaručena. Mezi největší výrobce důlní obloukové výztuže u nás a zároveň mezi významné výrobce na celém světě patří společnost Mittal Steel Ostrava, a.s., z jejichž katalogů jsem použil níže uvedené tabulky chemického složení (**Tab. 2.1**) a mechanických vlastností (**Tab. 2.2**) ocelové obloukové výztuže, které jsou ovšem normované a odlišnost od ostatních výrobců bude velmi malá nebo žádná.

Tabulka 2.1 - Chemické složení ocelové obloukové výztuže [8]

Značení oceli Steel Mark	ČSN, EN, DIN	C %	Mn %	Si %	S max. %	P max. %	Al celk. %	N max.
11500.0	411500				0.045	0.045		0.009
E 295	EN 10025+A1				0.045	0.045		0.009
12130		0.28-0.35	1.00-1.30	0.35-0.60	0.040	0.040		
31 Mn 4	21544	0.32-0.36	0.80-1.10	0.20-0.50	0.045	0.045	0.020 min.	

Tabulka 2.2 - Mechanické vlastnosti ocelové obloukové výztuže [8]

1) – stav zušlechťený

Značení oceli Steel Mark	Norma Standard	Norma zahraniční Foreing Standard	Re	Rm	As	Profily vyráběné z příslušné oceli Sects. Made of the Relevant Steel
11500.0	ČSN 411500		295	470-610	20	K21, K24, P28
E 295		EN 10025+A1	295	470-610	20	K21, K24, P28
12130 ₁	KN 412130		510	690-930	15	K24
31 Mn 4	KN 412149	DIN 21544	350	550 min.	18	TH16.5, TH 21, TH29, TH34, TH 36

Výhody a nevýhody ocelové výztuže [3]**Výhody**

- vysoké pevnosti v tlaku, tahu a ohybu, které jsou přibližně stejně velké
- ocel je při výrobě výztuže velmi tvárná, což nám dovoluje jí dát spoustu možných tvarů
- je nehořlavá
- při teplotách do 800 °C se nesnižuje nijak výrazně její pevnost, což v praxi znamená, že v případě důlního požáru nedochází k deformaci prvků výztuže
- po ukončení činnosti lze vytěžit a po následné renovaci tvaru znovu použít

Nevýhody

- vyšší cena
- vysoká hmotnost
- koroze

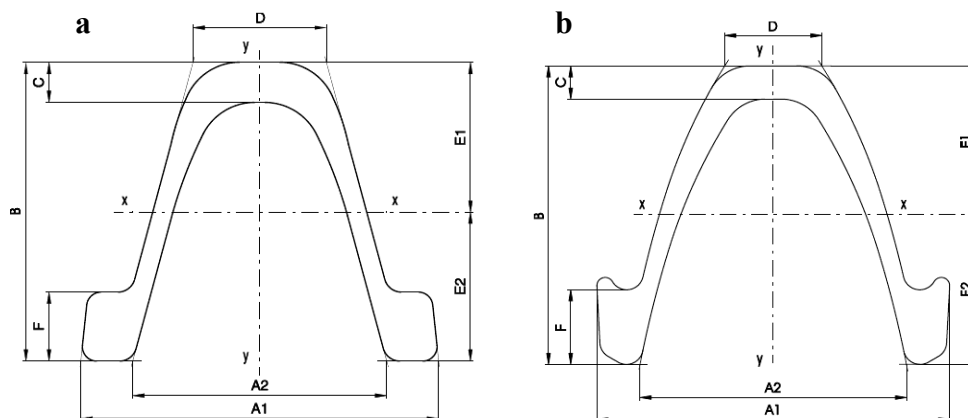
Ocelovou důlní obloukovou výztuž dělíme podle následujících kritérií [8]**stupeň hmotnosti profilu**

- P 28 27,94 kg/m
- K 21 20,74 kg/m
- K 24 23,67 kg/m
- TH 16,5 16,70 kg/m
- TH 21 20,92 kg/m
- TH 29 29,00 kg/m

- TH 34 33,90 kg/m
- TH 36 35,90 kg/m

profil důlní výztuže

- Profil K (Obr. 2.1a)
- Profil TH (Obr. 2.1b)



Obrázek 2.1 - Základní profily důlní obloukové výztuže [8]

a) profil K; b) profil TH

Základní rozměry pro hmotnostní profily P 28; K 21; K 24 a TH 16,5 až TH 36 jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2.3)

Tabulka 2.3 - Základní rozměry vybraných hmotnostních profilů [8]

Typ profilu Section Type	G km/m	S cm ²	O mm	A1 mm	A2 mm	B mm	C mm	D mm	F mm	E1 mm	E2 mm	Jx cm ⁴	Jy cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³
P 28	27,94	35,60	621,45	148,00	109,00	127,50	14,50	35,00	28,50	63,02	64,48	595,83	698,26	92,41	94,36
K 21	20,74	26,42	514,93	124,00	88,00	104,00	14,00	46,20	24,00	52,11	51,89	319,10	356,46	61,24	57,99
K 24	23,67	30,15	521,63	124,70	88,00	107,00	17,00	46,20	27,00	53,18	53,82	372,37	404,49	69,19	65,47
TH 16,5	16,70	2,26	444,52	106,00	80,00	90,00	13,00	31,00	25,50	44,25	45,75	173,00	227,00	38,00	43,00
TH 21	20,92	26,65	539,30	127,00	96,00	108,00	12,00	35,00	27,00	54,00	54,00	32,00	410,00	60,00	64,00
TH 29	29,00	37,00	620,11	150,50	116,50	124,00	16,00	44,00	28,50	58,20	65,80	616,00	775,00	94,00	103,00
TH 34	33,90	43,10	697,17	171,00	128,50	136,50	15,50	50,50	30,00	66,80	69,70	892,00	1205,00	128,00	141,00
TH 36	35,90	45,70	700,08	171,00	128,50	138,00	17,00	50,50	31,50	66,80	71,20	969,00	1265,00	136,00	148,00

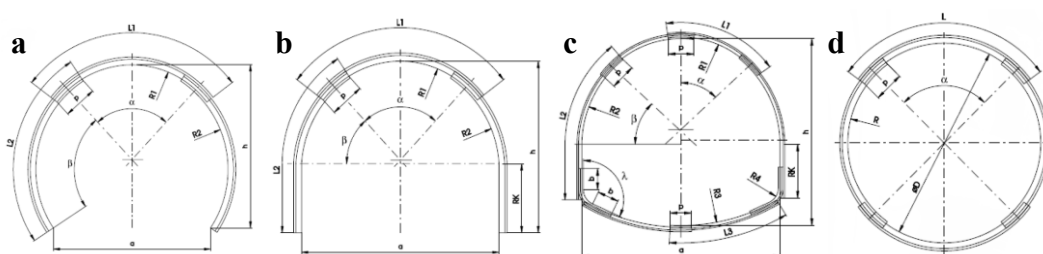
způsob ohybu

- normálně ohýbaná výztuž
- obráceně ohýbaná výztuž

tvár světlého průřezu

- oblouková důlní ocelová výztuž poddajná boční díly oblé

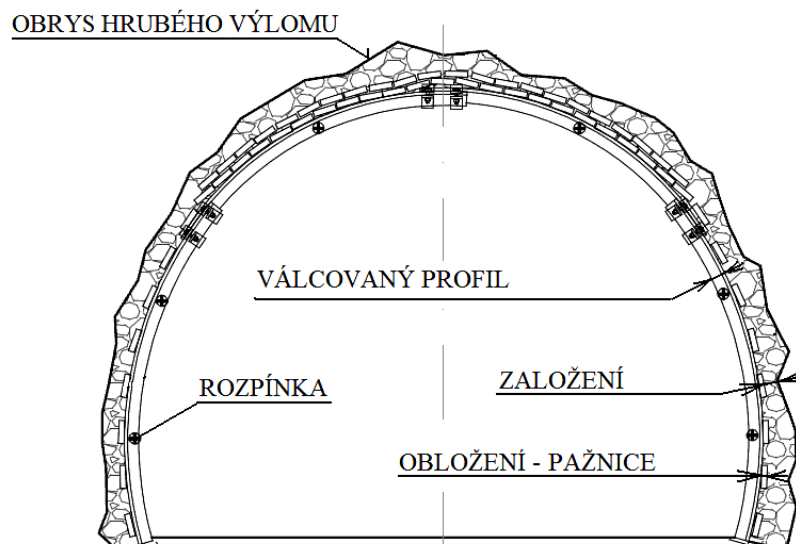
- trojdílná (**Obr. 2.2a**)
- čtyřdílná
- oblouková poddajná výztuž s rovnými konci bočních dílů
 - trojdílná (**Obr. 2.2b**)
 - čtyřdílná
- oblouková důlní výztuž s protiklenbou
 - čtyřdílná (**obr. 2.2c**)
- kruhová důlní výztuž (**Obr. 2.2d**)
- rozšířená oblouková důlní ocelová výztuž
- lichoběžníková poddajná výztuž
- tunelová výztuž



Obrázek 2.2 - Vybrané tvary světlého průřezu [8]

a) trojdílná oblouková důlní ocelová výztuž poddajná boční díly oblé; b) trojdílná oblouková poddajná výztuž s rovnými konci bočních dílů; c) čtyřdílná oblouková důlní výztuž s protiklenbou; d) čtyřdílná kruhová důlní výztuž

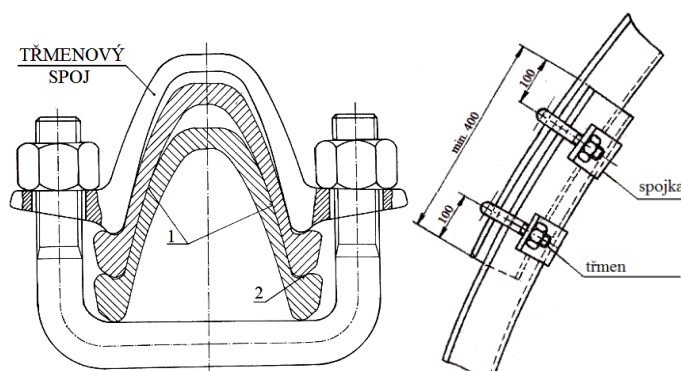
Nejčastěji používaná je otevřená ocelová oblouková výztuž. Ta bývá konstruována jako poddajná a je složena z několika dílců, obvykle tří až šesti. Při velmi těžkých tlakových podmínkách, kdy tlaky působí ze všech stran a kombinují se navíc s nabobtnávající počvou, využíváme naopak uvařené typy výztuže. Dalšími součástmi pro spojování, zajištění a vyztužení prostoru důlního díla (**Obr. 2.3**) jsou: spojovací třmeny, rozpínky, obložení a založení prostoru mezi chodbou a hrubým výlomem.



Obrázek 2.3 - Sestavení ocelové obloukové výztuže s železobetonovými pažnicemi [3]

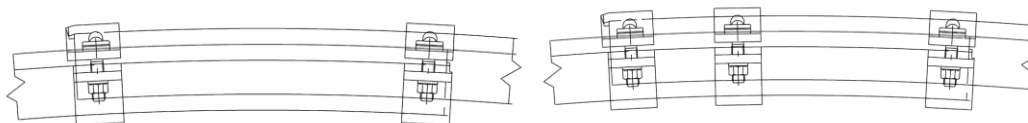
Spojování prvků ocelové obloukové výztuže

Nejčastějším prvkem pro spojení dvou oblouků, respektive prvků ocelové obloukové výztuže, je třmenový spoj (**Obr. 2.4**) skládající se ze třmenu se závitem a spojky šířky 70 nebo 100 mm. Dále může být použit šroubový spoj s horními či dolními unášeci nebo bez unášече [3].



Obrázek 2.4 - Třmenový spoj důlní obloukové výztuže [8]

Pro obráceně ohýbanou výztuž je spojka složena ze třmenu se závitem a spodní příložky přímé či lomené. Počet použitých spojek může být upraven podle tlakových poměrů v chodbě (**Obr. 2.5**).



Obrázek 2.5 - Možné použití dvou, nebo tří spojek, podle tlakových poměrů v chodbě důlního díla [8]

2.1.2 Výztuž porubů

slouží k zabezpečení pracovního prostoru samotného těžebního prostoru - porubu. Jedná se o výztuž dočasnou. Máme dva druhy této výztuže:

- individuální výztuž
- hydraulickou posuvnou výztuž (mechanizovaná výztuž)

Hydraulická posuvná výztuž neboli mechanizovaná výztuž

Mechanizovaná výztuž (**Obr. 2.6**) v porubech hlubinných dolů je součástí dobývacího komplexu, v němž slouží k zajištění těžebního prostoru a plní mnoho důležitých pracovních a funkčních úkonů. Jedná se o velmi důmyslné strojní zařízení, které během posledních 55 let prošlo složitým vývojem a je jedním z klíčových článků zajišťujících produktivitu práce v hlubinných dolech. Mechanizovaná výztuž je poháněna hydraulicky z centrálního hydraulického obvodu a má možnost připojení malé mechanizace na rozvod hydraulické kapaliny, která slouží k jejich pohonu. Do malé mechanizace můžeme zařadit například: bourací kladiva, vrtačky, utahováky, pily a v našem případě hydraulické nůžky.









Obrázek 2.6 Mechanizovaná výztuž MVPO 3200X vyráběná firmou Ostroj Opava a.s. [17]

2.2 Malá mechanizace sloužící k práci s ocelovou výztuží

Hydraulické a pneumatické pily jsou dnes na dole využívány k řezání ocelové výztuže. Pila je upnuta do přípravku, který je pevně přichycen na výztuž a pomocí energie dodávané poháněcím médiem dochází k přímočarému řezu, u pásových pil pak k řezu pomocí nekonečného řezného pásu. Přímočaré pily se používají nejčastěji na demontáž výztuže, kdežto pily s nekonečným řezným pásem ke krácení profilů při stavbě výztuže. Stříhačky

jsou používány taktéž pro demontáž výztuže, která není nikterak poničená, ale matice již nejdou povolit. Pomocí hydraulické kapaliny se vyvodí tlak pod pístem, který je díky tomu vysouván a pomocí střížného nástroje je matice ustřižena. Vybraná malá mechanizace pro práci s důlní obloukovou výztuží je popsána v tabulce (**Tab. 2.4**).




Tabulka 2.4 - Vybraná malá mechanizace pro práci s důlní obloukovou výztuží [20; 22]

Název	PPH 350	SS 150-280 BX	RHP 100/2
Výrobce	Koexpro	Deprag	Koexpro
Druh	Přímočará hydraulická pila	Přímočará pneumatická pila	Hydraulická pásová pila
Provozní tlak	10 až 32 MPa	6,3 bar	7 až 32 MPa
Pracovní médium	Emulze	Stlačený vzduch	Emulze
Maximální rozměr řezaného materiálu / stříhaného profilu	Max. délka řezu 350mm	Max. délka řezu 350mm	Ø160mm
Hmotnost	13,7 kg	9 kg	16,5 kg
Obrázek			
Název	RHP 200	SMR 27	SMH 30
Výrobce	Koexpro	Koexpro	Koexpro
Druh	Hydraulická pásová pila	Stříhačka matic	Stříhačka matic
Provozní tlak	7 až 20 MPa	-	75 MPa
Pracovní médium	Emulze	Ruční	Hydraulická kapalina (olej)
Maximální rozměr řezaného materiálu / stříhaného profilu	Ø200mm	Matice M 16 až M 27	Matice M16 až M30
Hmotnost	19,5 kg	8,3 kg	4,9 kg
Obrázek			

2.3 Stříhačky výztuže

Slouží ke zkracování ocelové obloukové výztuže na požadovanou délku či jejímu šrotování. Díky tvarovým nožům se tak děje bez negativní změny profilu výztuže. Jedná se o zařízení s dosti vysokou hmotností, proto musí být na místo dopraveno za pomoci stabilního či pojízdného rámu s kotvením na kolejích či závěsné drážce. Ostatní nutná manipulace je prováděna jedině za pomoci závěsů umístěných na rámu zařízení. Vybrané stříhačky používané na dole pro zkracování důlní obloukové výztuže jsou popsány v tabulce (Tab. 2.5).

Tabulka 2.5 - Vybrané typy stříhaček pro zkracování důlní obloukové výztuže používané na dole [20; 21]

Název	SV 180	SV 120	SK 1
Výrobce	Koexpro	Koexpro	Ferrit
Pracovní tlak	25 MPa	20 až 32MPa	min. 16 MPa
Maximální střížná síla	2000 kN	1470 kN	1270 kN
Maximální stříhaný profil	TH36	K27	K/P do 29kg/m
Hmotnost	1480 kg (bez dopravního rámu)	360 kg (bez dopravního rámu)	2800 kg (na platformě důlního vozíku)
Obrázek			

2.4 Zdroje tlaku na dole







Na dole je rozváděna voda pomocí samospádu. Ta je ve stanici těsně před porubem stlačena na tlak 32MPa a zároveň přes směšovací trysku míchána s olejem na emulzi HFA o min. 1,5% koncentraci. Pro hydraulické stojky se uvádí 3% koncentrace emulze a pro mechanizovanou výztuž 7% koncentrace emulze, ovšem hodnoty se mohou v praxi lišit.

Na rozvod stlačeného vzduchu je možné se připojit pomocí přípojek téměř kdekoliv. Tlak vzduchu je uváděn v rozsahu 5 až 6 bar, avšak v praxi se u jámy pohybuje okolo 5 bar, na vzdálených místech něco málo nad 2 bary.

Na dole však můžeme najít spoustu pomocných hydraulických agregátů poháněných ručně, pneumaticky, elektricky a v některých ojedinělých případech i hydraulicky.

V následující části budu vycházet se zdrojů tlaků používaných v hlubinných dolech společnosti OKD a.s. (**Tab. 2.6**). Dodavatelem těchto agregátů je firma Koexpro a.s. a Ferrit s.r.o. Níže uvedené zařízení pochází přímo z produkční řady této společnosti nebo je jimi dodáváno.

Tabulka 2.6 - Hydraulické agregáty používané na dolech OKD a.s. [20; 21]

Ručně ovládané hydraulické agregáty			
Název	GL 2P/Q jednočinný	GL2P/Q+4VN dvoučinný	ARH 75
Výstupní tlak	70MPa	70MPa	85MPa
Objem	1,8 litru	1,8 litru	1,75 litru
Hmotnost	8,35 kg	8,95 kg	10,1kg
Obrázek			
Elektricky a pneumaticky ovládané agregáty			
Název	Řada HAK	ŠA-MAN-01	AH 50N
Pohon	elektricky	elektricky	Pneumaticky
Pracovní tlak	16 až 28MPa	25MPa	50MPa
Dodávaný průtok	15 až 100 litrů/min	-	1,2 litru/min
Objem nádrže	-	65 litrů	9,3 litru
Hydraulická kapalina	Hydraulický olej / emulze	Hydraulický olej	Hydraulický olej
Hmotnost	830 až 1650kg	1020 kg	45 kg
Obrázek			

3 HYDRAULICKÉ NŮŽKY PRO RUČNÍ POUŽITÍ VYSKYTUJÍCÍ SE NA ČESKÉM TRHU

Hydraulické nůžky na ocel jsou v dnešní době čím dál více používané nástroje. Vyskytují se v mnoha různých modifikacích, například jako nůžky na stříhání plechu, nůžky na drát, nůžky na stříhání řetězů atd. Za posledních pár desetiletí se z nástrojů, které musely být převáženy nákladními automobily, staly nástroje lehké a skladné s velmi pohodlným používáním. Střížné síly se dnes běžně pohybují okolo 1000 kN, maximálně pak pod 1300 kN (síla je uváděna cca 10 mm nad středovým čepem nůžek). Ve velmi ojedinělém případě se podařilo na území Spojených států amerických najít zařízení se střížnou silou lehce přes 2200 kN (síla opět uváděna cca 10 mm nad středovým čepem nůžek). Hydraulické nůžky jsou dnes nejčastěji používány u záchranných složek, kde jsou i přes rostoucí kvalitu používaných materiálů na osobních a nákladních automobilech střížné síly dostačující. V poslední době se však začínají dostávat i do nejrůznějších odvětví průmyslu, kde by mohly být využity až několikanásobné střížné síly. Níže uvedené hydraulické nůžky (**Tab. 3.1**) jsou vybrané jako nejsilnější a nejpoužívanější na českém trhu. Pocházejí od výrobců, kteří jsou ve světě zavedenou značkou a zároveň jedněmi z hlavních producentů tohoto náradí. Většina těchto nůžek bohužel disponuje pro náš případ nedostatečnými střížnými silami, přesto by si s největší pravděpodobností své uplatnění na dole našla. Z důvodu nevhodnosti použitých materiálů, jako je hliník a několik technických komponent nevhodných podle báňských norem, jsou však pro práci na dole nepoužitelné.

Tabulka 3.1 - Vybrané nejsilnější hydraulické nůžky používané Hasičskými záchrannými sbory (HZS) a v různých odvětvích průmyslu u nás [23; 24; 25; 26; 27]

Název	S 511	RSX 200 -107	CU 4050 NCT TM II
Výrobce	LUKAS	WEBER	HOLMATRO
Pracovní tlak	70 MPa	55-70 MPa	72 MPa
Střižná síla	1194 kN	1070 kN	927 kN
Průměr stříh. mat.	43 mm	43mm	41 mm
Hmotnost	18,7 kg	19,9 kg	18,5 kg
Otevření nůžek	162 mm	200 mm	181 mm
Rozměry d/š/h	746x240x170 mm	-	739 x270x218 mm
Obrázek			
Název	G6 cutter	SC-11-C-5	SC-11-S10
Výrobce	RESQTEC	CHAMPION RESCUE TOOLS	CHAMPION RESCUE TOOLS
Pracovní tlak	350 bar	345 bar	724 bar
Střižná síla	1251 kN	1308 kN	2224 kN
Průměr stříh. materiálu	38 mm	-	-
Hmotnost	17,7 kg	23,5kg	23,5kg
Otevření nůžek	211 mm	273 mm	273 mm
Rozměry d/š/h	-	711x317x203 mm	711x317x203 mm
Obrázek			

4 POTENCIÁLNÍ ODBĚRATELE HYDRAULICKÝCH NŮŽEK V REGIONU

Na následujících několika řádcích jsou blíže popsány dvě největší hlubinné těžební společnosti v našem regionu, pro něž jsou nůžky navrhovány.

4.1 Hornonitrianské bane Prievidza a.s.

Jedná se o největší slovenskou důlní společnost (**Obr. 4.1**), která se rozkládá na území Trenčianského kraje. Svoji aktivitou navazuje na stoleté zkušenosti s podzemním dobýváním uhlí. Roční produkce vytěženého hnědého uhlí v celém podniku dosahuje 2,2 milionů tun a společnost zaměstnává 4200 lidí. V současné době má společnost dvě těžební ložiska: Baňa Nováky, která těží hnědé uhlí v částech Nováky a Cígel, Baňa Handlová, která těží nejkvalitnější uhlí v celé Hornonitrianské pánvi, a dva odštěpené závody: Banská mechanizácia a elektrifikácia Nováky a Hlavná banská záchranná stanica Prievidza. Uhlí se těží výhradně hlubinným způsobem, a to ve složitých báňsko-hydro-geologických poměrech ložiska. Společnost vykazuje všechny aktivity spojené s hlubinnou těžbou a těžbou jako takovou od průzkumu, těžby, důlní degazaci, až po provozování báňské záchranné služby [18].



**HORNONITRIANSKE BANE
PRIEVIDZA, a. s.**

Obrázek 4.1 - Logo společnosti Hornonitrianské bane Prievidza a.s.

4.2 OKD a.s.

OKD a.s. je jediným producentem černého uhlí na území České republiky a navazuje na více než stoletou tradici těžby. Společnost se nachází v Moravskoslezském kraji. Těžba probíhá hlubinným způsobem v ostravsko-karvinském revíru v jižní části Hornoslezské uhelné pánve. Roční produkce je okolo 9 až 10 milionů tun černého uhlí. V roce 2012 bylo vytěženo dokonce 11,2 milionů tun černého uhlí, které se těží ve čtyřech funkčních dolech: Karviná, Darkov, ČSM a Paskov. OKD a.s. (**Obr. 4.2**) zaměstnává přes 13 000 vlastních zaměstnanců a v dodavatelských firmách dává práci více než 4500 dalším

zaměstnancům. Jedná se proto o jednoho z největších zaměstnavatelů na území České republiky. Firma provádí průzkum, těžbu, dále pak upravuje, zušlechťuje a prodává černé uhlí s nízkým obsahem síry a dalších příměsí využitelné například ke koksování [8; 19].



Obrázek 4.2 - Logo společnosti OKD a.s.

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Frieše, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

**Informace na této stránce jsou v režimu utajení a jsou dostupné oproti podpisu
mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.**

Výsledkem této práce je úspěšný návrh hydraulických nůžek uzpůsobených pro provoz v důlních podmínkách. Nůžky generují dostatečnou střižnou sílu a to až 2600 kN, která je spočtena nad středovým čepem. Díky ní budou nůžky schopny přestřihnout důlní obloukovou výztuž P, K a TH až do hmotnostního profilu TH 29. Potřebná síla byla určena na základě získaných dat a experimentálního stříhu provedeného ve společnosti MISTRA s.r.o. Tělo celého zařízení bude tvořit přímočarý hydraulický motor, pro nějž byly vypočteny všechny potřebné údaje, na jejichž základě by mohl být specializovanou firmou vyroben. Dále byly navrženy všechny zbylé komponenty, tedy táhla, čepy, bočnice a v neposlední řadě čelisti, které jsou základním pracovním nástrojem celých nůžek. Právě čelistem byl díky všem získaným informacím navržen speciální tvar ostří s proměnným úhlem čela, který se zdá být ideální pro stříhání výztuže. Veškeré součásti byly zatíženy pevnostní analýzou provedenou v softwaru Autodesk Inventor 2011. Nůžky splnily a zároveň překonaly vytyčený cíl, kdy se podařilo zkrátit čas stávající technologie řezání výztuže přibližně na jednu desetinu, přesněji z cca třiceti minut na maximálně tři minuty. Nůžky se tedy jeví jako ideální způsob vytěžování výztuže na dolech v našem regionu a v zahraničí. Bohužel obrovskou nevýhodou oproti stávající technologii je vysoká výrobní, a tedy i pořizovací cena. Zde ovšem můžeme předpokládat, že série zkušebních testů na vyrobených prototypch poskytne dostatečně přesné informace, na jejichž základě bude možné zjednodušit některé navržené komponenty, použít levnější materiály a doladit ostří střižného nástroje s cílem snížit potřebnou střižnou sílu. Zároveň by hromadná výroba cenu určitě dostatečně snížila a nůžky by se mohly stát konkurenceschopné. V závěru této práce byl zpracován doporučený montážní a pracovní postup a na základě velmi zjednodušeného ekonomického shrnutí a získaných zkušeností bylo uvedeno několik možných inovací pro budoucnost.

21 LITERATURA

- [1] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 2. dopl. vyd. Úvaly: ALBRA, 2005, 907 s. ISBN 80-736-1011-6.
- [2] PAVLOK, Bohuslav. *Hydraulické prvky a systémy*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Strojní fakulta, 1999, 154 s. ISBN 80-707-8620-5.
- [3] KUBICA, Jan a Jan KROUL. CENTRÁLNÍ VZDĚLÁVACÍ STŘEDISKO OKD A.S. *Geotechnika I: dobývání ložisek nerostů*. Karviná, únor 2013.
- [4] HAVLÍK, Jiří. *Konstrukce strojních částí tekutinových systémů*. Ostrava: VŠB-TUO, 2009. 117 s. ISBN 978-80-248-1636-4.
- [5] BOHÁČEK, František. *Části a mechanismy strojů*. Vyd. 4. Brno: PC-DIR, 1997, 319 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-0886-3.
- [6] ALDORF, Josef. *Mechanika podzemních konstrukcí*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 1999, 410 s. ISBN 80-707-8695-7.
- [7] FÜRBAACHER, Ivan. *Lexikon ocelí: materiálové listy se zahraničními materiály*. 29. aktualizace (říjen 2013). Praha: Dashöfer, 2006. ISBN 80-86897-12-5 (volné listy v pořadači).
- [8] MITTAL STEEL OSTRAVA A.S. *Důlní ocelové výztuže*. Mittal Steel Ostrava a.s. - marketing, září 2005.
- [9] OKD A.S. *OKD factsheet 2012*. Ostrava, 2012, 3 s.
- [10] *Horník*. R-média, spol s.r.o., 2009, roč. 39, č. 20.
- [11] JANAS, P. *Ocelová oblouková výztuž v dlouhých důlních dílech, současné možnosti jejího posuzování a dimenzování*. In: VŠB-TUO, Fakulta stavební, katedra Stavební mechaniky.
- [12] KONÍČEK, Petr. ÚSTAV GEONIKY AV ČR. *Horské otřesy a jejich vliv na důlní chodby*. 2010, 26 s.
- [13] NOGOL, Tomasz. *Stříhání*. 2010.
- [14] DYNASET. *Product catalog: powered by hydraulics*. Ylöjärvi; Finland, 2013.
- [15] HYDRAULICS. *Prodejní katalog hutního materiálu*. 2014, 34 s. Dostupné z: <http://www.hydraulics.cz>
- [16] LIN-TECH HENNLICH INDUSTRIETECHNIK SPOL. S.R.O. *Vysokotlaké rychlospojky: série HP*. 2007. Dostupné z: <http://www.hennlich.cz/lin-tech>

Internetové zdroje

- [17] Důlní stroje. *Ostroj a.s.* [online]. 2012 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.ostroj.cz/dulni-stroje>
- [18] *Hornonitrianské bane Prievidza a.s.* [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.hbp.sk>
- [19] *OKD* [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.okd.cz/cs>
- [20] Důlní program. *Koexpro Ostrava* [online]. 2009 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.koexpro.cz/new/dulni/?lang=cz>
- [21] *Ferrit* [online]. 2014 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.ferrit.cz/cs>
- [22] *Deprag* [online]. 2013 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.deprag.com/cesky/>
- [23] Hydraulické nůžky LUKAS. *Nordstahl: dodavatel bourací a vyprošťovací techniky* [online]. 2013 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: http://www.nordstahl.cz/produkty/lukas/hydraulicka_vyprostovaci_zarizeni/hydraulicke_nuzky
- [24] *Champion Rescue Tools* [online]. 2013 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.championrescuetools.com>
- [25] *Resqtec* [online]. 2012 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://resqtec.com/concept.php?id=18>
- [26] *LUING PYREX* [online]. 2013 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.ehasici.cz/produkty/nuzky/1-2-3-0-0>
- [27] *JaGa spol. s.r.o.* [online]. 2013 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.holmatro-jaga.cz>
- [28] *Hydraulics* [online]. 2011 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.hydraulics.cz>
- [29] *Hydraulika Arkov* [online]. 2014 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.hydraulika-arkov.cz/hydraulicke-valce>
- [30] *Akros* [online]. 2013 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.akros.cz/srouby-s-valcovou-hlavou-s-vnitrim-sestihranem-din-912/a2/prod/>
- [31] UTAHOVÁNÍ ŠROUBOVÝCH SPOJŮ. In: *Daf220k* [online]. 2010 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://daf220k.pise.cz/4-utahovací-momenty-sroubu.html>
- [32] Hydraulická hadice SP4. *Hydapress.cz* [online]. 213 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: http://www.hydapress.cz/hadice_hydraulicke/hydraulicka_hadice_4sp

22 SEZNAM PŘÍLOH

A. Výkres sestavy hydraulických nůžek na A1	DIT0004-01
B. Výkres svarové sestavy bočnice na A3	DIT0004-01-01
C. Výkres bočnice na A3	DIT0004-01-01-01
D. Výkres pouzdra čepu na A4	DIT0004-01-01-02
E. Výkres madla na A4	DIT0004-01-01-03
F. Výkres svarové sestavy táhla na A3	DIT0004-01-02
G. Výkres bočnice táhla 1	DIT0004-01-02-01
H. Výkres bočnice táhla 2	DIT0004-01-02-02
I. Mezikus 1	DIT0004-01-02-03
J. Mezikus 2	DIT0004-01-02-04
K. Výkres čelisti	DIT0004-01-03
L. Výkres hrotu čelisti	DIT0004-01-04
M. Výkres středového čepu	DIT0004-01-05
N. Výkres čepu na pístnici	DIT0004-01-06
O. Výkres čepu táhla	DIT0004-01-07
P. Výkres středové matice	DIT0004-01-08

Přílohy jsou v režimu utajení dostupné a jsou dostupné oproti podpisu mlčenlivosti u vedoucího práce doc. Ing. Jiřího Friese, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Za obětavou pomoc, cenné rady, nápady a připomínky bych chtěl poděkovat vedoucímu této práce panu doc. Ing. Jiřímu Friesovi, Ph.D. a svým kolegům na VŠB-TUO, dále společnosti MISTRA s.r.o. za pomoc s testem střížné síly a společnosti OKD a.s. za pomoc při získávání informací přímo z důlní praxe. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat svým rodičům za neustálou podporu a možnost studovat Vysokou školu Báňskou - Technickou univerzitu Ostrava.